



“LA INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIONES Y EL DESARROLLO ECONÓMICO DE LOS PAÍSES”

**Trabajo de Investigación presentado
para optar al Grado Académico de
Magíster en Economía**

Presentado por

Sr. Abel Luis Mellado Ochoa

Asesor: Profesor Nikita Céspedes

2016

Agradezco a mis padres, mi esposa y mi hija, que con su apoyo hicieron posible la culminación de la maestría y la realización de este trabajo de investigación; asimismo, a los profesores que se esforzaron por inculcar valiosas enseñanzas y dosificaron la exigencia para obtener el mejor resultado.

Resumen ejecutivo

En la presente investigación se analiza la importancia de la infraestructura de las telecomunicaciones en el desarrollo económico de los países, especialmente el acceso a internet de banda ancha, el cual se encuentra profundamente vinculado a las tecnologías de la información y comunicación (TIC).

En primer lugar, se efectúa una explicación de la evolución de las telecomunicaciones a lo largo de la historia y los principales rasgos que las han caracterizado, enfatizándose la importancia del acceso a internet para incrementar de forma sustancial la capacidad de comunicación de las personas, en tanto permite la transferencia de grandes volúmenes de información de forma casi inmediata, facilitando cualquier tipo de comunicación. Asimismo, se explica la vinculación del acceso a internet con los diversos modelos y factores de crecimiento que ha estudiado la literatura económica.

Posteriormente, se plantea un modelo teórico de crecimiento endógeno en el cual la infraestructura de telecomunicaciones es parte de la función de producción, con una ligera modificación del modelo desarrollado por Barro (1990). Asimismo, se efectúa el análisis empírico en dos secciones, la primera basada en regresiones con datos de panel para identificar las variables explicativas de mayor impacto en la tasa de crecimiento, y la segunda, basada en análisis de series de tiempo, para determinar si hay relaciones de largo plazo y la dirección de causalidad entre el acceso a internet y el producto per cápita.

Los resultados indican que las telecomunicaciones tienen un impacto positivo sobre la tasa de crecimiento del producto de los países. Así, las conexiones a internet de banda ancha han generado el mayor impacto, muy por encima de la telefonía móvil y fija, lo cual es consistente con el marco teórico desarrollado, bajo el cual el acceso a internet de banda ancha tiene las mayores potencialidades.

Finalmente, se presentan las conclusiones del análisis realizado, se efectúan recomendaciones de política y se dan sugerencias sobre aspectos que podrían ser considerados en futuras investigaciones.

Índice de contenidos

Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos	vi
Capítulo I. Introducción	1
1. Planteamiento del problema.....	4
2. Antecedentes	4
3. Hipótesis.....	6
4. Objetivos	6
5. Alcances y limitaciones del estudio	7
Capítulo II. Marco teórico.....	8
1. Vinculación entre el acceso a internet y las teorías de crecimiento	13
2. El modelo planteado.....	20
Capítulo III. Metodología.....	28
Capítulo IV. Cuerpo de análisis y resultados	30
1. Primera parte.....	30
2. Segunda parte	34
Conclusiones y recomendaciones.....	39
1. Conclusiones	39
2. Recomendaciones.....	40
Bibliografía	52

Índice de tablas

Tabla 1.	Densidad de las líneas de telefonía fija	9
Tabla 2.	Determinantes de la tasa de crecimiento	31
Tabla 3.	Pruebas de raíz unitaria de panel	35
Tabla 4.	Pruebas de cointegración de panel.....	36
Tabla 5.	Resultados de la prueba de corrección de errores.....	37
Tabla 6.	Coefficientes del modelo de corrección de errores <i>mean group</i>	38

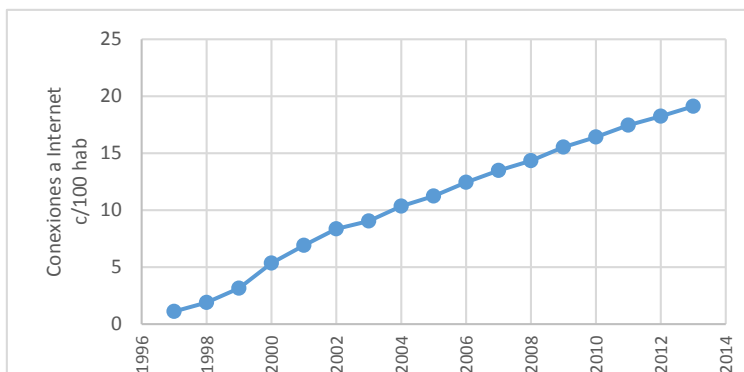
Índice de gráficos

Gráfico 1.	Crecimiento promedio de las conexiones mundiales a internet.....	1
Gráfico 2.	Relación entre conexiones a internet y GDP per cápita	2
Gráfico 3.	Relación entre acceso a PC y acceso a internet	11
Gráfico 4.	Evolución de los indicadores estadísticos de telecomunicaciones	12
Gráfico 5.	Evolución de las exportaciones y vinculación con las etapas del desarrollo de las telecomunicaciones.....	17
Gráfico 6.	Evolución del PIB (US\$) y vinculación con las etapas del desarrollo de las telecomunicaciones.....	20
Gráfico 7.	Tasa de crecimiento γ vs τ	24

Capítulo I. Introducción

En los últimos años, las conexiones mundiales a internet han aumentado de forma sostenida, pasando de aproximadamente 5 conexiones por cada 100 habitantes, en promedio, en el año 2000, hasta casi cuadruplicar dicha cifra el año 2013, como se observa en el siguiente gráfico.

Gráfico 1. Crecimiento promedio de las conexiones mundiales a internet



Fuente: Unión Internacional de Telecomunicaciones - UIT. Elaboración propia.

Este importante servicio de telecomunicaciones se ha convertido en una herramienta que empodera a las personas, mejorando su capacidad de comunicarse y de acceder a más información, facilitando de esta manera el acceso a conocimientos; asimismo, su capacidad de agilizar el flujo de información conlleva a una automatización de transacciones y reducción de tiempos de espera, lo que permite a las empresas acceder rápidamente a nuevas tecnologías, mejorar los mecanismos de comunicación con los clientes y proveedores, y perfeccionar los procesos internos de gestión de la información. Este servicio representa el avance más importante la evolución de los servicios de telecomunicaciones; no obstante, las telefonías fija y móvil también cumplen un rol importante en la mejora de los mecanismos de comunicación, que han permitido la integración mundial observada en las últimas décadas.

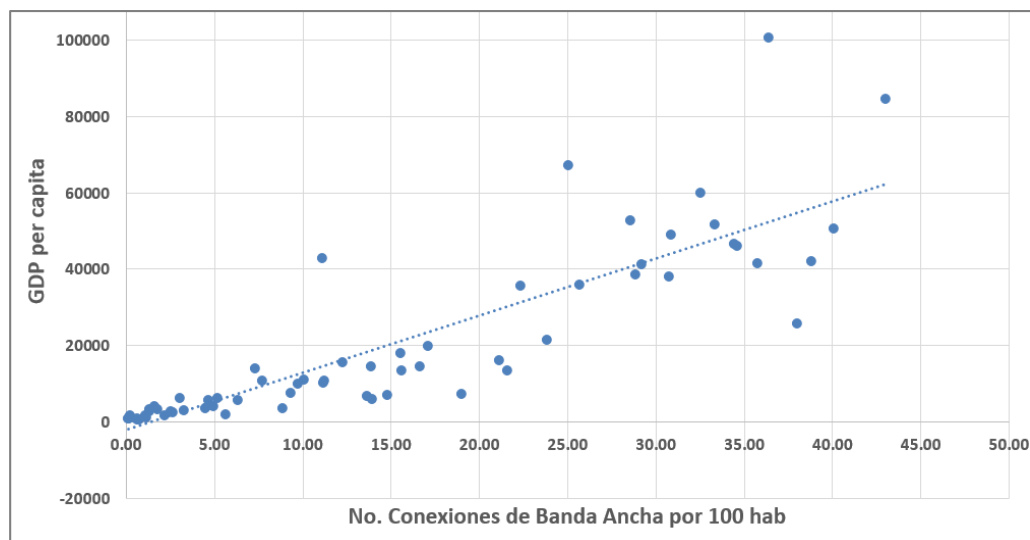
Con relación a lo anterior, es importante anotar que diversos investigadores han estudiado el rol de la infraestructura de servicios públicos en el crecimiento de los países, obteniendo diferentes resultados. Existen investigaciones que indican que hay poca evidencia del impacto de la infraestructura pública en el crecimiento (Holtz-Eakin y Schwartz 1994), que dicho impacto es negativo (Evans y Karras 1994), y otras encuentran retornos positivos bastante altos de la infraestructura pública (Aschauer 1989).

Más recientemente, se han incrementado la cantidad de estimaciones del impacto de la infraestructura de servicios públicos, como energía y telecomunicaciones en el crecimiento de los países, encontrándose efectos positivos. Sánchez-Robles (1998) y Vásquez (2004) señalan que la energía eléctrica tiene un impacto positivo en la economía; asimismo, Qiang, Rossotto y Kimura (2009), Katz (2010) y otros encuentran que el acceso a internet afecta positivamente el crecimiento de los países.

Cabe indicar que las investigaciones más recientes sobre el impacto de las telecomunicaciones se basan en regresiones entre el producto y las conexiones a internet con datos de corte transversal de diversos países; no obstante, ningún estudio ha efectuado verificaciones sobre la base de series de tiempo, y la mayoría no plantea un modelo teórico nuevo o adopta uno existente que permita vincular los resultados obtenidos con el impacto de las telecomunicaciones o sus canales de transmisión.

En el siguiente gráfico se observa la relación positiva que existe entre el número de conexiones de internet de banda ancha y el producto per cápita, para una muestra de 70 países con datos al 2013.

Gráfico 2. Relación entre conexiones a internet y GDP per cápita



Fuente: UIT y WDI. Elaboración propia.

En vista de lo anterior, en la presente investigación se plantean diversas explicaciones de cómo las telecomunicaciones, sobre todo el acceso a internet de banda ancha, han contribuido al

desarrollo de económico de los países. En este esfuerzo, se explica cómo se vincula el desarrollo de las telecomunicaciones con algunos modelos de crecimiento que ha desarrollado la literatura económica.

Asimismo, se plantea un modelo macroeconómico de crecimiento endógeno, que se basa en el trabajo desarrollado por Barro (1990). Este modelo supone que el crecimiento económico es consecuencia de la acumulación de factores productivos, donde la infraestructura de servicios públicos de telecomunicaciones, en particular las conexiones a internet de banda ancha, son usadas en la producción agregada y financiada mediante la canalización de inversiones que podrían haberse destinado a otros usos alternativos.

Cabe indicar que a partir del modelo teórico desarrollado, se puede derivar una forma simple reducida con una relación lineal bivariada entre la infraestructura de telecomunicaciones y el producto per cápita. A continuación, con la evidencia empírica, se evalúan regresiones econométricas que para encontrar el impacto de las variables estudiadas (telefonía fija, móvil e internet) en el producto per cápita. Asimismo, mediante el análisis de series de tiempo se observa si las telecomunicaciones tienen una relación de largo plazo con el producto (si están cointegrados).

En ese sentido, la principal pregunta que se trata de responder en el presente trabajo de investigación es si en efecto las telecomunicaciones impactan positivamente en el producto y si tienen alguna relación de largo plazo en el crecimiento de los países.

Es importante señalar que se dispone de una base de datos de información amplia para el análisis de corte transversal y panel; no obstante, para el análisis de series de tiempo, la muestra es más reducida, debido a que se cuenta con información individual confiable sobre las conexiones a internet de banda ancha, principalmente a partir de 1997 y solo en algunos países; por tal razón, con la finalidad de incrementar la potencia de las pruebas econométricas sobre las relaciones entre las variables analizadas, se utilizan las pruebas de raíz unitaria de panel desarrolladas por Im, Pesaran y Shin (2003) y de cointegración de panel desarrolladas por Pedroni (2004) utilizando datos de varios países, que permiten sustentar con mayor solidez los resultados y las conclusiones que se derivan de ellos.

Como resultado, se encuentra un impacto positivo de las telecomunicaciones en el producto, y que es mucho mayor en las conexiones de internet de banda ancha, que en las líneas de telefonía

fija y móvil, lo que es consistente con el desarrollo teórico que se explica. Asimismo, se encuentra que las variables analizadas, producto per cápita y conexiones a internet tienen raíz unitaria y se encuentran cointegradas, es decir, presentan relaciones de largo plazo.

1. Planteamiento del problema

Las investigaciones sobre el impacto de la infraestructura en el crecimiento de los países presentan diversos resultados, desde aquellas que indican que no se ha podido verificar efecto alguno, hasta aquellas que señalan la existencia de retornos muy altos. Por otro lado, existen investigaciones más recientes sobre el impacto de las telecomunicaciones y el acceso a internet en el crecimiento de los países; sin embargo, carecen de análisis de series de tiempo que permitan verificar si existen relaciones de largo plazo entre las variables, asimismo, la vinculación entre las telecomunicaciones y los modelos de crecimiento no son claros.

Dada esta problemática, el principal objetivo de la presente investigación es determinar si la infraestructura de telecomunicaciones tiene impacto positivo en el crecimiento económico de los países, y si se verifica que la importancia de las conexiones a internet de banda ancha es mayor que los servicios de telefonía fija y móvil, para lo cual se plantea un modelo teórico de crecimiento y se efectúan verificaciones empíricas que permitan determinar la magnitud del impacto y comprobar la existencia de una relación de largo plazo entre las telecomunicaciones y el producto.

2. Antecedentes

Uno de los principales aspectos que han sido abordados por las investigaciones económicas son las fuentes del crecimiento económico, por ello existen diversas investigaciones sobre el impacto de la infraestructura en el crecimiento económico. Algunos autores han encontrado una relación bastante fuerte entre dichas variables, tal como los primeros estudios de Aschauer (1989) en donde se encuentra un alto retorno de la inversión en infraestructura pública, o como Munnell (1990) que señala que la caída en la productividad de Estados Unidos fue ocasionada por una reducción del crecimiento de la infraestructura pública. Asimismo, existen varias estimaciones que señalan que el producto marginal de la infraestructura pública o capital público es mayor que la del capital privado Kocherlakota y Yi (1996) y otras más específicas, como Easterly y Rebelo (1993) encuentran un efecto positivo de la inversión en transportes y comunicaciones en el crecimiento económico, así como Röller y Waverman (1996), que encuentran un efecto positivo de los teléfonos en la economía.

Por otro lado, otras investigaciones señalan que el producto marginal de la infraestructura pública está por debajo del capital privado (Holtz-Eakin 1994), y que algunas veces su impacto es negativo (Evans y Karras 1994); asimismo, estudios de Holtz-Eakin y Schwartz (1994), y García-Mila, McGuire y Porter (1996) sugieren que hay poca evidencia de un efecto de la infraestructura, particularmente cuando se incluyen efectos fijos.

Más recientemente, se ha incrementado la cantidad de estimaciones de la infraestructura de servicios públicos, como energía y telecomunicaciones en el crecimiento de los países, encontrándose efectos positivos. Así, Sánchez-Robles (1998) y Vásquez (2004) encuentran que la energía eléctrica tiene un impacto positivo en la economía; asimismo, Qiang, Rossotto y Kimura (2009), Katz (2010) y otros encuentran que el acceso a internet de banda ancha afecta positivamente el crecimiento de los países. Al respecto, es importante señalar que si bien las conclusiones de los estudios citados son diversos, es posible explicar algunos resultados adversos o muy optimistas, debido a problemas de simultaneidad y correlaciones espurias.

Por ejemplo, el modelo neoclásico tradicional de Solow (1956) predice que cualquier efecto positivo de un incremento en la tasa de inversión sobre la economía es transitorio, dado que el estado estacionario del crecimiento está determinado solo por el crecimiento de la población o por el progreso tecnológico exógeno. Bajo este modelo neoclásico, un incremento en la inversión en infraestructura pública inducirá un breve periodo de alta inversión, que se reducirá a medida que la acumulación de capital disminuya los retornos al capital y el incentivo a más inversión, convergiendo al punto inicial. Por ello, es importante determinar si un incremento permanente en la inversión en infraestructura pública induce un incremento permanente o temporal en el crecimiento de la economía.

Por otro lado, el modelo de crecimiento endógeno que se plantea en la presente investigación indica que las telecomunicaciones son un insumo de la producción que permite contar con tasas de crecimiento constantes. Así, existe un punto donde la dotación de telecomunicaciones permite el mayor crecimiento económico; por lo tanto, por debajo de dicho nivel un incremento de la infraestructura de telecomunicaciones tiene impacto positivo en el producto, mientras que una sobreinversión generaría un impacto negativo. En ese sentido, será interesante analizar el signo de los coeficientes, así como comparar la importancia entre países de ingresos altos, medios y bajos, que tienen diferentes niveles de infraestructura en telecomunicaciones.

En el caso más concreto de las telecomunicaciones, los estudios efectuados por Qiang, Rossotto y Kimura (2009), y Katz (2010) postulan que el acceso a internet tiene un impacto positivo en la economía; no obstante, la metodología utilizada en sus investigaciones consiste en regresiones de corte transversal, que controlando por diversas variables, encuentran una relación positiva entre el crecimiento económico y las conexiones a internet, pero no permiten determinar con certeza si existe una relación de largo plazo entre las variables y la dirección de la causalidad. Al respecto, Roeller y Waverman (2001) y posteriormente Koutroumpis (2009), mediante modelos de ecuaciones simultáneas, encontraron que la causalidad era de las telecomunicaciones hacia el producto. Por ello, en el presente trabajo de investigación se utilizará el comportamiento de las series de tiempo para tal verificación; asimismo, a diferencia de Koutroumpis (2009), el análisis no estará acotado solo a los países de la OECD.

En resumen, existen diversos estudios sobre la relación entre la infraestructura y el crecimiento de los países, con distintos resultados. Si bien los estudios más recientes sobre el impacto de las conexiones a internet en el crecimiento económico aportan evidencia sobre una relación positiva, carecen, en general, de un modelo de crecimiento vinculado y de estudios de series de tiempo que permitan identificar las relaciones de largo plazo entre los indicadores de telecomunicaciones y el producto.

3. Hipótesis

Las telecomunicaciones, especialmente el acceso internet de banda ancha, tienen un impacto positivo en el crecimiento económico de los países.

4. Objetivos

- Desarrollar un marco teórico que permita asociar las telecomunicaciones, especialmente el acceso a internet de banda ancha, al crecimiento económico.
- Efectuar un análisis econométrico sobre la base del modelo teórico planteado, que permita identificar si el desarrollo de las telecomunicaciones ha tenido algún impacto positivo en el crecimiento del producto.
- Determinar si, conforme al marco teórico desarrollado, el acceso a internet ha tenido mayor impacto que la telefonía fija y móvil en la tasa de crecimiento del producto.
- Comprobar si en el caso del servicio de acceso a internet se verifica la existencia de relaciones de largo plazo con el crecimiento económico de los países.

5. Alcances y limitaciones del estudio

- El presente estudio no incluye el análisis de las conexiones a internet móvil, debido a que este servicio es muy reciente (desde el 2008) y se tienen pocos datos. Asimismo, la calidad de la información no es confiable, debido a las distintas formas de medición.
- En el presente trabajo de investigación no se ha utilizado una metodología de evaluación de impacto forma; el análisis cuantitativo se sustenta en regresiones econométricas de corte transversal, datos de panel y series de tiempo.
- El análisis de series de tiempo estuvo limitado por la carencia de datos sobre el número de conexiones de banda ancha en los países.
- Las explicaciones sobre la historia de las telecomunicaciones, así como el funcionamiento del internet y la telefonía se basan en el conocimiento y experiencia del autor.

Capítulo II. Marco teórico

Existen muchas teorías y explicaciones respecto a los factores que contribuyen al crecimiento de los países abordadas desde la literatura económica, destacando las teorías del crecimiento endógeno y las explicaciones de la economía institucional. Entre los factores más estudiados para explicar el desarrollo de los países se encuentran: la acumulación de capital (inversión), el capital humano, la geografía, el comercio internacional, la ciencia y tecnología, el entorno macroeconómico, las instituciones, la inversión del gobierno, entre otros.

En la presente investigación se abordará la importancia de las telecomunicaciones en el desarrollo de los países, especialmente el acceso a internet de banda ancha, el cual se encuentra profundamente vinculado a las tecnologías de la información y comunicaciones, como se explica más adelante.

El poder de comunicar y transmitir ideas y conocimientos ha sido un aspecto muy importante para el desarrollo de la humanidad. Hasta antes de la invención de las telecomunicaciones, la posibilidad de transmisión de información estaba acotada a grupos reducidos que escuchaban directamente al locutor, o se realizaba mediante mensajes escritos (cartas, periódicos, artículos o libros) que tenían que recorrer, en ocasiones, muchos kilómetros para llegar a su destino, además de los costos de transporte y difusión que esto ocasionaba, así como la natural demora en la transmisión de la información, que podía tomar semanas, meses o años.

Con la invención de las telecomunicaciones, los mensajes pudieron ser comunicados de forma casi instantánea a miles de kilómetros de distancia. El primer aparato utilizado de forma masiva fue el telégrafo (inventado en la primera mitad del siglo XIX), que podía transmitir mensajes escritos a través de códigos y era operado de forma manual; por tal razón, los mensajes transmitidos con el telégrafo eran bastante cortos.

El siguiente salto tecnológico fue la invención del teléfono, en la segunda mitad del siglo XIX, el cual facilitaba mucho la comunicación al transmitir directamente la voz de las personas, sin necesidad de codificar previamente el mensaje. Asimismo, con la automatización de las centrales telefónicas en la década de 1960, se hizo más ágil el uso de parte de las personas, al no necesitar contactar previamente a una operadora humana y se incrementó la adopción de este servicio.

Cabe señalar que la telefonía se desarrolló fundamentalmente a través del despliegue de redes cableadas que llegaban hasta los hogares y empresas, conectando directamente los teléfonos. Esta característica implicaba para las empresas, fuertes inversiones en obras civiles y tendido de redes y para los usuarios, tiempos de instalación relativamente largos (inicialmente meses o semanas y más recientemente algunos días), así como limitación en el movimiento de los equipos por estar conectados a un cable, razón por la cual se les denomina hasta hoy teléfonos fijos.

La mayor parte del despliegue de redes de telecomunicaciones para telefonía fija se dio en países desarrollados, los cuales tenían por ejemplo, en la década de 1990, una penetración de 38% (38 líneas telefónicas por cada 100 habitantes), a diferencia de los países con ingresos medios o bajos, que tenían solo 2% y 0,4% para el mismo periodo.

Tabla 1. Densidad de las líneas de telefonía fija

Países según ingresos	1975	1990	2005
Altos	20,6%	38,0%	48,1%
Medios	0,9%	2,2%	14,3%
Bajos	0,2%	0,4%	0,9%

Elaboración propia. Fuente: UIT

En la década de 1980 hizo su aparición la telefonía móvil, aunque su uso se hizo mucho más intensivo por parte de la población a partir de la década de 1990, con la gran diferencia de que el teléfono no estaba conectado a ningún cable, era portátil y, por tanto, permitía movimiento a las personas. Este cambio fue fundamental, pues los usuarios incorporaron el teléfono móvil como parte de su vida diaria, al contar con un equipo que llevaban consigo a donde fueran, volviendo la comunicación más personal (a la telefonía móvil también se le conoce como Servicios de Comunicaciones Personales). Para resaltar la diferencia, nótese que hoy se asocia un número telefónico fijo a una casa, empresa o institución, mientras que el número telefónico móvil se asocia a una persona.

El gran cambio social que implicó para las personas el uso de la telefonía móvil, al posibilitar la comunicación hablada en cualquier momento y lugar, sumado a la mayor facilidad para que las empresas de telecomunicaciones incrementen la cobertura del servicio (no existe la necesidad de instalar cableado en cada hogar), permitió que el número de líneas de telefonía móvil supere largamente a las de telefonía fija y su adopción se lleve a cabo de una forma más rápida.

En particular, este cambio fue más notorio en los países en vías de desarrollo, los cuales tenían un bajo despliegue de redes de telefonía fija y para los cuales la telefonía móvil se convirtió en su principal servicio de telecomunicaciones (en ciertos casos el único), lo que incrementó notoriamente la capacidad de las personas de transmitir información y de comunicarse entre ellas.

El último cambio tecnológico de importancia en las telecomunicaciones es el desarrollo del internet, que está estrechamente vinculado a la evolución de las tecnologías de la información (la computación); de hecho el internet es una red muy grande de computadoras.

Se debe señalar que si bien las primeras computadoras se fabrican a partir de la década de 1930, es a partir de la invención del transistor, en 1947, que se puede reducir el tamaño de los equipos, disminuyendo los costos y facilitando su fabricación. De forma comercial, la adquisición de computadoras fue liderada por las empresas y universidades en la década de 1970; el uso en los hogares empezó a incrementarse a partir de la década de 1980 y, finalmente, se expandió de forma notable con la aparición del internet en la década de 1990.

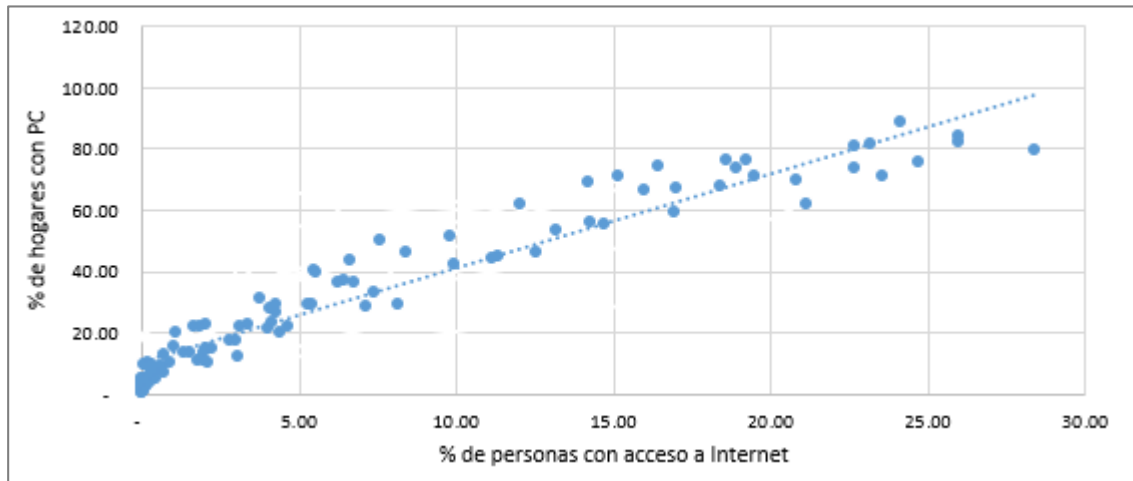
Los orígenes del internet se remontan a la década de 1960, cuando la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada en Defensa (Darpa) de los Estados Unidos de Norteamérica creó una red de comunicación de computadoras con fines militares, que luego fue usada en un entorno académico para que las universidades puedan compartir información (Arpanet); esta red es finalmente abierta al público en 1991, dando así origen al internet que se conoce actualmente.

Las primeras conexiones a internet provinieron de las grandes universidades, empresas y entidades públicas, que aprovecharon rápidamente las potencialidades de la conectividad para mejorar la comunicación y agilizar la transferencia de la información; posteriormente, el acceso a internet se fue expandiendo gradualmente hacia el resto de la población a medida que se reducían los costos de los equipos y se mejoraba la infraestructura y calidad de las redes. Se puede considerar que el uso masivo de internet comenzó a mediados de la década de 1990.

El acceso a internet ha significado una revolución en cuanto a la capacidad de comunicación de las personas, en tanto permite la transferencia de grandes volúmenes de información de forma casi inmediata. Es importante señalar que la forma en que esta información se transmite es variada, así se pueden transmitir sonidos (voz, música), imágenes, textos (por ejemplo: libros, *papers*, etcétera), y videos, facilitando cualquier tipo de comunicación.

Asimismo, el hecho de contar con un equipo de cómputo implica la capacidad de las personas de almacenar la información, procesarla, generar más información, compartir tecnologías, ideas; difundir pensamientos, doctrinas, mensajes, etcétera. En el siguiente gráfico se muestra la relación entre el acceso a internet y la disponibilidad de computadoras en el hogar, para una muestra de 140 países, en el periodo 2000-2013 (promedio).

Gráfico 3. Relación entre acceso a PC y acceso a internet

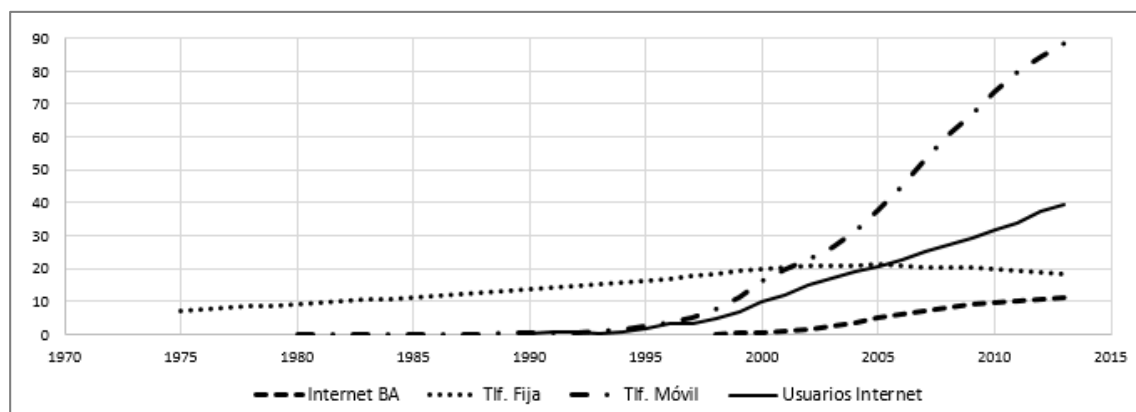


Fuente: UIT y WDI. Elaboración propia.

En atención a estas características y al acceso de una gran parte de la población al internet, muchos investigadores han señalado que la era actual es la “Era de la Sociedad de la Información y el Conocimiento”; asimismo, dado que confluyen el uso de las telecomunicaciones y los equipos de cómputo, que son precisamente los que sirven para el almacenamiento y procesamiento de la información, se les denomina conjuntamente Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC).

La evolución de la densidad de penetración de los servicios de telecomunicaciones a nivel mundial se muestra en el gráfico 4.

Gráfico 4. Evolución de los indicadores estadísticos de telecomunicaciones



Fuente: UIT y WDI. Elaboración propia.

Como se observa, la telefonía fija (medida en número de líneas por cada 100 habitantes) es el servicio que ha sufrido menores variaciones a lo largo del tiempo; se observa un ligero descenso en la última década, a partir del momento en que es superado por el número de líneas móviles. Asimismo, se observa que la telefonía móvil ha sido el servicio que más crecimiento ha tenido, llegando aproximadamente a tener 90 líneas por cada 100 habitantes, y a pesar de haber aparecido en 1980, su verdadero crecimiento se registró en la segunda mitad de la década de 1990.

Por otra parte, en cuanto al internet se muestran dos indicadores, el primero son las conexiones a internet de banda ancha, que representan en buena cuenta las conexiones a internet desde los hogares, mediante tecnologías de banda ancha (que en la práctica son todas las tecnologías actuales: ADSL, Cable-modem, 3G, 4G, con excepción del módem o *dial-up* que se usaba con frecuencia en la década de 1990 y ofrecía muy bajas velocidades), y el segundo indicador es el número de usuarios de internet, que representa las personas que podrían no tener acceso en sus hogares pero pueden conectarse a internet desde otros lugares, por ejemplo, desde sus trabajos, universidades o cibercafés. Así, se observa que el número de usuarios de internet crece y despegue prácticamente a mediados de la década de 1990, mientras que las conexiones desde los hogares se incrementan considerablemente un poco más tarde, a partir del año 2000.

Cabe señalar que no es parte de la presente investigación el acceso a internet móvil, debido a que este servicio es muy reciente (desde el 2008) y se tienen pocos datos, además la calidad de la información no es confiable debido a las distintas formas de medición.

1. Vinculación entre el acceso a internet y las teorías de crecimiento

Es posible relacionar el acceso a internet con diversos aspectos de las teorías del crecimiento; en primer lugar, se mencionará su vinculación con la teoría de crecimiento endógeno, donde el capital humano es lo que permite contar con una tasa de crecimiento constante.

En principio se debe señalar que a diferencia de un teléfono, que es un equipo sencillo de utilizar y que para contestar llamadas solo se requiere levantar el auricular o apretar un botón (y en el caso de hacer llamadas basta con saber los números); en el caso del acceso a internet se requiere por lo menos saber leer y escribir para poder hacer uso de las computadoras, así como algún conocimiento básico para navegar por la web. En ese sentido, cuando se mide el acceso a internet, de forma indirecta se considera también el grado de conocimiento previo de las personas, es decir, su nivel de capacitación. Asimismo, dado que a través del internet se tiene acceso a una enorme cantidad de información gratuita y públicamente disponible, que puede mejorar las habilidades de las personas, es posible considerar que con cada conexión nueva a internet se potencia también el desarrollo de las capacidades de las personas y, de esta forma, el capital humano.

Otro aspecto en que contribuye internet y se vincula con las teorías de crecimiento es su relación con el desarrollo tecnológico, pues la capacidad de almacenar la información y difundirla de forma inmediata y masiva es uno de los pilares de la transferencia y apropiación tecnológica, la investigación y la base del conocimiento actual, sobre todo considerando que la tecnología puede ser entendida como “la fórmula o conocimiento” que permite mezclar capital y trabajo para mejorar los productos (Sala-i-Martin 2000), es fácil entender cómo el internet contribuye a la transferencia tecnológica.

Así, el uso de internet empodera a las personas facilitándoles el acceso a todo tipo de información, investigaciones, procedimientos, métodos, etcétera, que hacen más productivas sus propias tareas en cualquier ámbito productivo en el que se desarrollen. Por ejemplo, los cocineros pueden copiar recetas de otros países o chefs; los ingenieros pueden acceder a nuevos diseños, prototipos, resultados de laboratorio o de experimentos, que les permite ahorros de tiempo y esfuerzo en investigaciones propias y les permite tomar mejores decisiones; a los administradores y gerentes les facilita el acceso a información y estudios sobre mejoras en gestión, procesos; a los agricultores les facilita el acceso a recomendaciones sobre el mejor manejo de sus tierras y

cultivos, a información de precios de los productos; a los economistas los ayuda a investigar, desarrollar y compartir nuevas teorías, solo por citar unos ejemplos.

En suma, la conectividad a internet facilita la transferencia y aprovechamiento de las tecnologías, así como el acceso a una serie de informaciones especializadas para cada rubro de los sectores productivos. De esta forma, permite que cualquier trabajador esté en mejores condiciones para incrementar su propia capacidad productiva, lo que, de forma agregada, genera mayor crecimiento económico.

En el mismo rubro de las TIC, los efectos también son interesantes, especialmente para los programadores, al poder acceder a códigos, a cursos gratuitos de programación, *software* y sobre todo debido a que las computadoras permiten desarrollar nuevas aplicaciones, generar contenidos y ofrecerlos a través de internet. Al respecto, es posible destacar la experiencia de los países de Asia del Este estudiada por Peter B. Evans (2008), Jeffrey D. Sachs y Joaquín Vial (2002) y Anthony Elson (2006), pues, de acuerdo con estos autores, estos países fortalecieron la industria TIC, convirtiéndola en uno de los factores más importantes del impresionante crecimiento económico que tuvieron en las últimas décadas.

Por otro lado, el acceso a internet también se puede vincular con los modelos de crecimiento que consideran el progreso técnico incorporado. La teoría indica que bajo este tipo de modelos se llegó a demostrar que este progreso técnico tenía consecuencias sobre el nivel de las variables, mas no sobre la tasa de crecimiento de largo plazo o de estado estacionario; aun bajo este supuesto se observa cómo la conectividad a internet permite el crecimiento económico sostenido.

Para ver la vinculación, en principio hay que tener presente que para el acceso a internet mediante conexiones de banda ancha se debe contar con un equipo de cómputo; asimismo, que para poder seguir accediendo a los diversos contenidos de internet, estar al día con el licenciamiento del *software* y tener menores riesgos de ataques informáticos (virus y otro tipo de *malware*) es usual que los usuarios renueven sus equipos de cómputo con bastante frecuencia (cada 3 o 5 años).

En cada renovación de equipos se incorporan nuevas tecnologías. Así, en el caso del *hardware*, por ejemplo, la capacidad de procesamiento se ha incrementado considerablemente, de equipos con 1 solo procesador y pocos MHz de velocidad hace 20 años, a equipos con múltiples procesadores y varios GHz de velocidad (decenas de miles de veces más velocidad). En el caso de la capacidad de almacenamiento, la diferencia es también notoria, dado que en la década de

1990 los equipos tenían discos duros con capacidades en el orden de los Mbytes y ahora se tienen equipos en el orden de los Tbytes (un millón de veces más). Por el lado del *software*, siempre se generan nuevas versiones y actualizaciones que incorporan mejores funcionalidades que ayudan a la productividad de las personas, por ejemplo, se utiliza la versión 10 de Windows, la versión 11 de Internet Explorer y la versión 14 de Stata.

Respecto de la oferta, la cantidad de información en internet ha crecido considerablemente, asimismo cada vez se mejoran los contenidos, servicios y aplicaciones que no estaban disponibles hace 20 o incluso 10 años en internet y que hoy son de uso cotidiano. Por ejemplo, los siguientes servicios ni siquiera existían hace 20 años: los buscadores globales (Google), las redes sociales, la posibilidad de realizar videollamadas gratuitas, la computación en la nube, el acceso amplio a videos educativos. Asimismo, la velocidad de las conexiones se ha ido incrementando del orden de los Kbits/seg a los Mbits/seg en los hogares (1000 veces más), lo que ha implicado también una inversión en las redes y mejoras tecnológicas desde el lado de las empresas. En ese sentido, cuando se miden las conexiones a internet a lo largo del tiempo, implícitamente se captura la continua innovación tecnológica que de cierta forma es exógena, lo que permite sostener el crecimiento económico, de acuerdo con los modelos de progreso técnico incorporado.

Otro aspecto es que las telecomunicaciones, sobre todo el acceso a internet, han permitido el incremento del comercio internacional (y nacional), factor que también está relacionado con el crecimiento económico y sobre el cual existen datos concretos de su evolución. Ello es evidente en tanto la comunicación entre productores en un país y las cadenas de comercialización en otro país pueden ser efectuadas sin necesidad de establecer contacto físico entre las personas, sino a través de una comunicación telefónica o a través del correo electrónico, mensajes de texto, redes sociales, videoconferencias, etcétera. De esta forma, se genera un enorme ahorro en costos de transporte y tiempo, que de otra manera harían inviable cualquier proyecto de negocio.

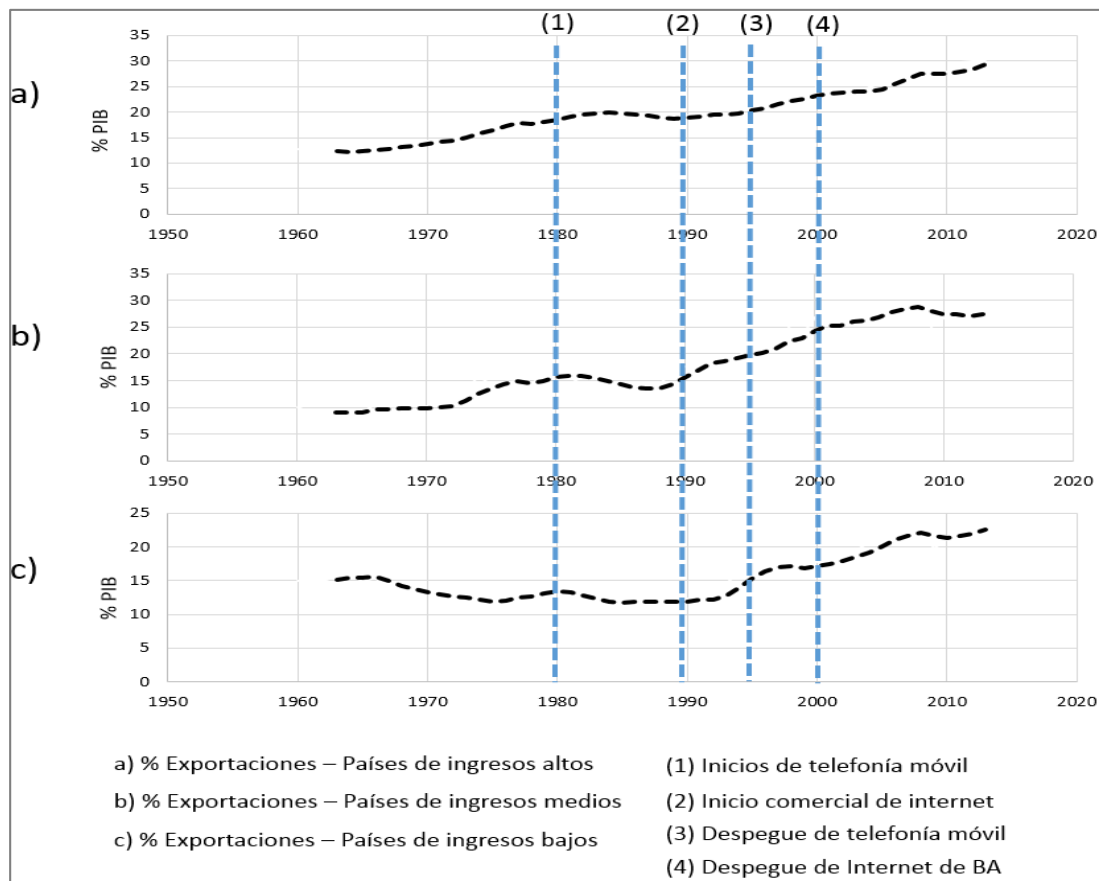
Asimismo, permite mantener con bajos costos una comunicación fluida entre los proveedores y los clientes, se pueden efectuar negociaciones o reuniones a distancia, se pueden compartir catálogos en línea, información de precios, acceder a bases de datos de productos, efectuar compras, ofrecer servicios directamente en línea, efectuar publicidad comercial y difundir los productos, presentar quejas, atender reclamos, etcétera.

La facilidad de las comunicaciones a través del internet también ha permitido la expansión de las firmas multinacionales que han podido construir o mover sus plantas hacia otros países, gracias al uso de las distintas opciones de interacción remota que ofrecen las TIC, así como el uso de

software de gestión que permite el acceso remoto a los sistemas de información de las empresas. De acuerdo con un estudio de la Organización Mundial de Comercio (2013) “India no podría ser un nuevo *hub* global de servicios sin la invención de la fibra óptica y el internet de banda ancha”. Como se sabe, por ejemplo los *call centers* que atienden a diversos países del mundo de habla inglesa se ubican desde hace algunos años en India.

En el gráfico 5 se observar la evolución de las exportaciones de los países de ingresos altos, medios y bajos de las últimas décadas, como porcentaje del producto (PIB), identificando además los hitos más importantes en el desarrollo de las telecomunicaciones.

Gráfico 5. Evolución de las exportaciones y vinculación con las etapas del desarrollo de las telecomunicaciones



Fuente: UIT y WDI. Elaboración propia.

Para los países de ingresos altos y medios se puede observar que a partir de la aparición de internet, los niveles de comercio empezaron a incrementarse mucho más que en el pasado, y en el caso de los países pobres esto ocurre un poco más tarde, a mediados de la década de 1990, a partir de la masificación de la telefonía móvil y el mayor uso de internet.

Si bien existen diversas explicaciones sobre el incremento del comercio internacional, debido a mejoras en los procesos de integración comercial, así como a políticas y eliminación de barreras al comercio; desde la perspectiva de las telecomunicaciones este incremento es también consistente con la gradualidad de la adopción del acceso a internet que ocurre primero en los países con mayores ingresos, por ello el incremento del peso de las exportaciones dentro del PIB en estos países ocurre antes que en los países más pobres, los cuales estuvieron un poco rezagados en la adopción de las telecomunicaciones en general.

Por todo lo señalado, las telecomunicaciones son importantes para la sociedad, además de contribuir con mejorar la integración nacional. Esta es una de las razones por las cuales los gobiernos efectúan esfuerzos para promover estos servicios y realizan inversiones en infraestructura para posibilitar el acceso de todas las personas. En este sentido, también existe una vinculación del acceso a internet, con los modelos de crecimiento endógeno explicados por el gasto (o inversión) del gobierno en infraestructura de servicios públicos.

Cabe señalar que el mayor gasto de los gobiernos está asociado con la inversión en telecomunicaciones para el acceso de los sectores con menores recursos o para la construcción de grandes redes dorsales que conecten internamente a los países, debido a que el mercado no puede resolver por sí solo este aspecto. Así, si bien una parte importante de la inversión en telecomunicaciones proviene del sector privado, también los Estados juegan un rol determinante, dado que en muchas ocasiones se financian proyectos de envergadura para dotar de mayor infraestructura a los países, constituyéndose en muchos casos fondos especiales para este fin.

Asimismo, es posible afirmar que las telecomunicaciones han contribuido de manera muy importante en el proceso de globalización mundial, lo que se observa en buena parte en las gráficas sobre el incremento de las exportaciones mostradas previamente, siendo uno de los factores necesarios para que este proceso se haya llevado a cabo. Al respecto, Stiglitz (2002) indica que la globalización “es la integración más estrecha de los países y los pueblos del mundo, producida por la enorme reducción de los costes de transporte y comunicación (...)”. Incluso se puede afirmar que sin las telecomunicaciones no existiría la globalización.

Con respecto al impacto social de las telecomunicaciones y el acceso a internet, en el marco de la globalización, es importante indicar que se han convertido en un medio importante de comunicación social y libre expresión, pues permite la publicación y lectura masiva de artículos sobre políticas, doctrinas, realidades de las diversas latitudes del mundo, que son compartidas con toda la sociedad. De esta forma, la información se vuelve más homogénea y el acceso a la misma es más democrático a medida que más personas acceden a internet, no estando limitada a pequeños grupos de poder.

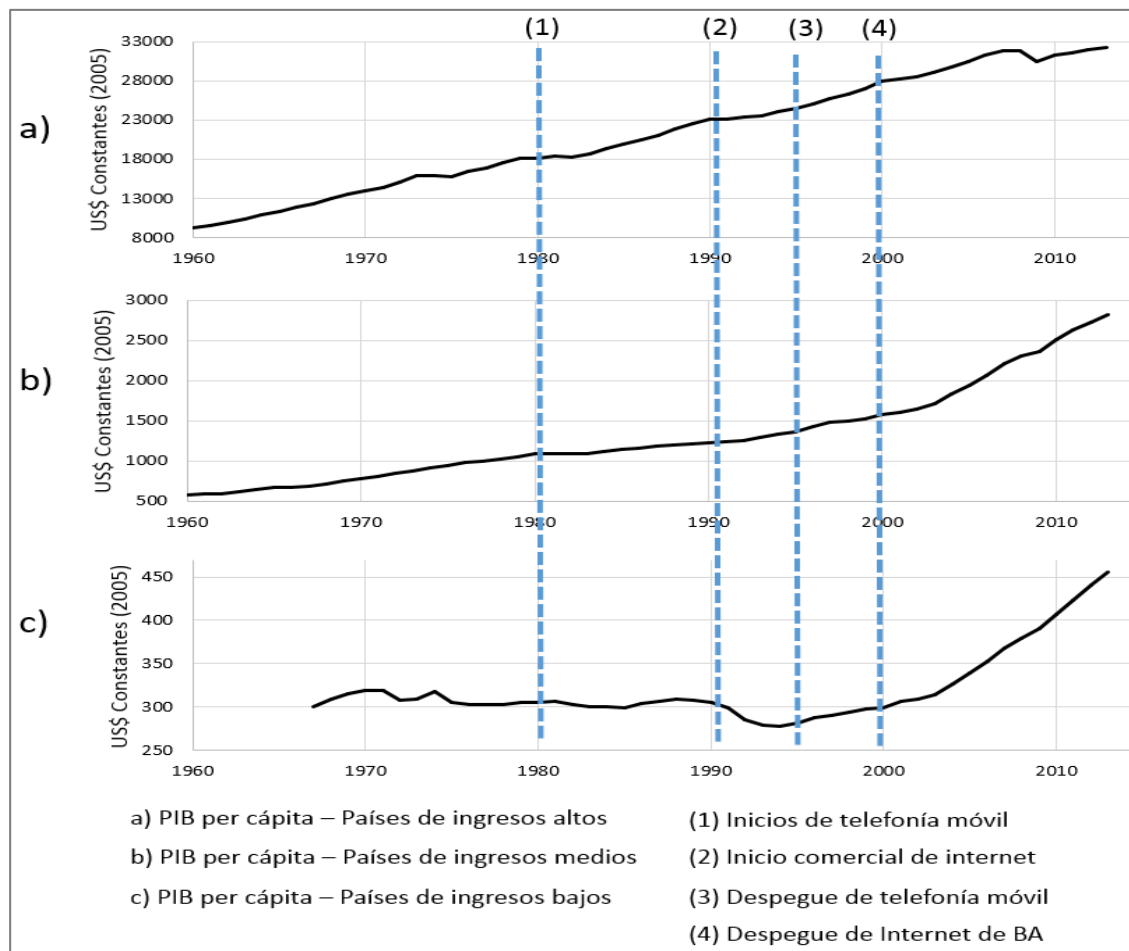
Gracias al internet incluso se han podido coordinar movilizaciones; en algunos casos ha sido el principal mecanismo de comunicación en sociedades con libertades restringidas, tal como sucedió en Egipto cuando ocurrió la movilización para derrocar al gobierno en el 2011. Esta es solo una

muestra de la influencia que puede llegar a tener la capacidad de comunicarse e informarse masivamente vía internet.

Al respecto, se considera que muchos cambios institucionales, modelos de gobierno y políticas necesitan un consenso social en la población para que se puedan implementar y ser sostenibles en el tiempo. Muchos modelos económicos no solo no podían implementarse por el impacto en la sociedad, sino que ahora son exigidos por muchos sectores de la población, que comparten ideas y “homogenizan” el conocimiento, en buena parte gracias a la información que circula a través de internet.

Como se indicó, existen diversos factores que explican el crecimiento de los países (políticas macroeconómicas, estabilidad política, etcétera). A partir del año 2000, precisamente el momento en que el acceso a internet de banda ancha empezó a cobrar mayor relevancia, los países con menores ingresos emprendieron una senda constante de crecimiento económico sin precedentes en su historia reciente, como se observa en el gráfico 6.

Gráfico 6. Evolución del PIB (US\$) y vinculación con las etapas del desarrollo de las telecomunicaciones



Fuente: UIT y WDI. Elaboración propia.

Sobre la base de los datos disponibles de los últimos 55 años, se estima que es la primera vez que los países de ingresos altos, medios y bajos muestran tasas de crecimiento positivas todos al mismo tiempo. Por lo señalado, es importante considerar a los servicios de telecomunicaciones y en particular el acceso a internet como uno de los factores que han permitido y siguen permitiendo el crecimiento económico de los países.

2. El modelo planteado

En esta parte de la investigación se presenta un modelo matemático, que es tomado del modelo de crecimiento endógeno planteado por Barro (1990), con una ligera modificación.

Cabe señalar que por la vinculación entre el acceso a internet y las diversas teorías de crecimiento, como ha sido explicado anteriormente, se pudo haber tomado cualquiera de los modelos como base para efectuar las modificaciones correspondientes; sin embargo, por la simplicidad matemática se utiliza como base el modelo de crecimiento endógeno basado en los gastos de gobierno que planteó Barro (1990), efectuando una modificación e incorporando a la infraestructura de internet de banda ancha como uno de los *inputs* directos en la función de producción, la cual tiene que financiarse de algún lado, en este caso, mediante una pequeña fracción del producto total.

En el modelo se tiene un hogar representativo en una economía cerrada que busca maximizar la utilidad dada por:

$$U = \int_0^{\infty} u(c) e^{-\rho t} dt \quad (1)$$

Donde c es el consumo por persona, $\rho > 0$ es la tasa de descuento intertemporal, y la población, que es el número de trabajadores y consumidores, es constante. Se asume la función de utilidad:

$$u(c) = \frac{c^{1-\sigma} - 1}{1-\sigma} \quad (2)$$

Donde $\sigma > 0$, de tal forma que la utilidad marginal tiene elasticidad constante $-\sigma$. Cada productor/hogar tiene acceso a la función de producción $y = f(k)$, donde y es el producto per cápita y k es el capital per cápita; cada persona trabaja un tiempo fijo, no hay elección ocio-trabajo. Como se sabe, la maximización de la función de utilidad antes señalada implica que la tasa de crecimiento del consumo en cada instante de tiempo esté dada por:

$$\frac{\dot{c}}{c} = \frac{1}{\sigma} \cdot (f' - \rho) \quad (3)$$

Donde f' es el producto marginal del capital. Se asume retornos constantes de un concepto amplio de capital, que puede considerarse como la suma del capital humano y no-humano. Al modelo se incorpora la infraestructura de acceso a internet de banda ancha, donde b es la cantidad de conexiones a internet de banda ancha.

Se considera inicialmente el rol de las conexiones a internet de banda ancha como un *input* para la producción privada. Este rol productivo crea un potencial vínculo positivo entre la inversión en capital y el crecimiento. La producción exhibe retornos constantes a escala en k y en b juntos,

pero retornos decrecientes en k separadamente. Es decir, incluso con un amplio concepto de capital, la producción muestra retornos decrecientes al capital privado si es que los servicios públicos provistos no se expanden de una forma similar paralela. Dados los retornos constantes a escala, la función de producción se puede escribir como:

$$y = \phi(k, b) = k \cdot \phi\left(\frac{b}{k}\right) \quad (4)$$

Donde ϕ satisface las condiciones usuales de productos marginales positivos y decrecientes, de tal forma que $\phi' > 0$ y $\phi'' < 0$.

Asimismo, se asume que las inversiones en conexiones a internet de banda ancha son una fracción pequeña del producto:

$$b = T = \tau y = \tau \cdot k \cdot \phi\left(\frac{b}{k}\right) \quad (5)$$

Donde T es la parte del producto destinado a invertir en infraestructura de internet de banda ancha y τ es la tasa asociada. Se normaliza el número de hogares a la unidad de tal forma que b corresponda a los gastos agregados y T a los ingresos agregados. Así, derivando la función de producción respecto del capital privado (manteniendo g fijo), el producto marginal del capital es:

$$\frac{dy}{dk} = \phi\left(\frac{b}{k}\right) \cdot \left(1 - \phi' \cdot \frac{b}{y}\right) = \phi\left(\frac{b}{k}\right) \cdot (1 - \epsilon) \quad (6)$$

Donde ϵ es la elasticidad de y respecto a b (para un valor dado de k), así $0 < \epsilon < 1$. La optimización del consumo lleva a la ecuación 4, reemplazando f' por el retorno marginal del capital privado; asimismo incorporando la tasa τ , el retorno al capital es $(1 - \tau) \cdot (\partial y / \partial k)$. Por tanto, la tasa de crecimiento del consumo es:

$$\gamma = \frac{\dot{c}}{c} = \frac{1}{\sigma} \cdot \left[(1 - \tau) \cdot \phi\left(\frac{b}{k}\right) \cdot (1 - \epsilon) - \rho \right] \quad (7)$$

Así, mientras τ y por tanto b/y sean constantes, se tiene que b/k , ϵ , así como la tasa de crecimiento γ serán constantes. El consumo empieza en algún valor $c(0)$ y crece a la tasa constante γ . De forma similar, k e y comienzan en valores iniciales $k(0)$ e $y(0)$ y luego crecen

a la tasa constante γ . La economía no tiene dinámica de transición y está siempre en un estado estacionario de crecimiento, en el que todas las variables crecen a la tasa γ .

Es importante notar que en el modelo no es óptimo invertir demasiado en b , que en extremo implicaría tomar todo el producto e invertirlo en telecomunicaciones, si no hay un *trade-off*, pues se requiere también invertir en capital k . Por ello, diferentes valores de b/y y τ tienen dos efectos en la tasa de crecimiento γ . Un incremento en τ reduce γ , pero al mismo tiempo incrementa $\partial\gamma/\partial k$, lo cual tiene un impacto positivo en γ .

Para mostrar gráficamente esta dinámica, se asume una función de producción del tipo Cobb-Douglas, como se indica:

$$\frac{y}{k} = \varphi\left(\frac{b}{k}\right) = A \cdot \left(\frac{b}{k}\right)^\alpha \quad (8)$$

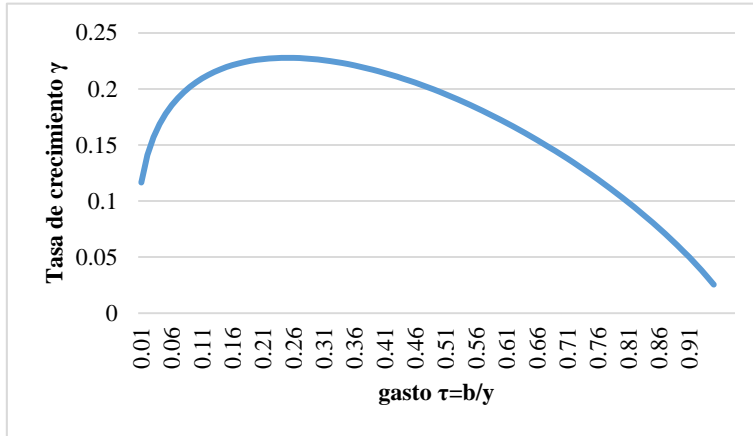
Donde $0 < \alpha < 1$. Con esta especificación, se tiene que ϵ – la elasticidad de y respecto a b – es constante y $\epsilon = \alpha$. Las condiciones $\tau = b/y$ así como $b/k = (b/y) \cdot \varphi(b/k)$ implican que la derivada de γ con respecto a b/y (cuando ϵ es constante) es:

$$\frac{\partial\gamma}{\partial(b/y)} = \frac{1}{\sigma} \cdot \varphi\left(\frac{b}{k}\right) \cdot (\varphi' - 1) \quad (9)$$

De aquí que la tasa de crecimiento se incrementa con b/y si b/k es pequeño, tal que $\varphi' > 1$ y se reduce con b/y si b/k es lo suficientemente grande, de tal forma que $\varphi' < 1$. Con la función de producción Cobb-Douglas, la tasa que maximiza de crecimiento corresponde a la condición natural de eficiencia productiva $\varphi' = 1$.

En el gráfico 7, la curva muestra la relación entre la tasa de crecimiento γ y la tasa $\tau = b/y$ (se asumen los siguientes valores para efectos ilustrativos únicamente: $\alpha = 0.25$, $A^{1/\alpha} = 0.113$, $\rho = 0.02$, $\sigma = 1$).

Gráfico 7. Tasa de crecimiento γ vs τ



Fuente: Elaboración propia.

Como se observa, la tasa de crecimiento es creciente con el nivel de inversión en conexiones a internet de banda ancha y se va reduciendo gradualmente hasta un punto máximo de inflexión a partir del cual la relación es negativa.

En adelante, siguiendo a Canning y Pedroni (1999) se desarrolla matemáticamente el modelo a fin de aproximarlos a ecuaciones de cointegración de la teoría econométrica de series de tiempo. Se asume que el producto agregado, en el período t , es producido empleando capital en infraestructura de banda ancha “B”, capital privado “K” y trabajo “L” a través de una función tipo Cobb–Douglas, donde A_t es la productividad total de factores en el período t .

$$Y_t = A_t K_t^\alpha B_t^\beta L_t^{1-\alpha-\beta} \quad (10)$$

Por simplicidad, se asume que la tasa de ahorro es constante y que ambos tipos de capital se deprecian totalmente en cada período. En el período siguiente, la infraestructura es una proporción del ahorro total “ sY_t ”, de tal modo que la inversión en capital privado es determinada como sigue:

$$B_{t+1} = \tau_t sY_t \quad (11)$$

$$K_{t+1} = (1 - \tau_t) sY_t \quad (12)$$

Sustituyendo las ecuaciones de acumulación de capital (11) y (12) en la función de producción (10) y dividiendo entre L se obtiene:

$$(Y/L)_{t+1} = A_{t+1} s^{\alpha+\beta} (1 - \tau_t)^\alpha \tau_t^\beta (Y/L)_t^{\alpha+\beta} (L_t/L_{t+1})^{\alpha+\beta} \quad (13)$$

Para completar el modelo, se describe la evolución del progreso técnico A_t , la proporción de inversión que va hacia la infraestructura de internet de banda ancha τ_t , y el tamaño de la fuerza laboral L_t y se asume que todos estos factores están determinados por un proceso estocástico exógeno. Se modela el log del factor de productividad a_t como:

$$a_t = a_0 + \sigma t + \varepsilon_t \quad (14)$$

Donde $\varepsilon_t = \delta \varepsilon_{t-1} + w_t$ para $0 \leq \delta \leq 1$ y w_t es una variable estacionaria aleatoria con $E[w_t] = 0$. Así, el progreso técnico depende de una constante a_0 , de una tasa de crecimiento σ y de un término aleatorio que es estacionario si $\delta < 1$ y no estacionario si $\delta = 1$.

De otro lado, se asume que la proporción de la inversión destinada a la infraestructura es $\tau_t = \bar{\tau} + \mu_t$ donde μ_t es una variable aleatoria independiente e idénticamente distribuida (iid). Finalmente, se asume que la tasa de crecimiento de L está dada por:

$$\log\left(\frac{L_{t+1}}{L_t}\right) = \bar{n} + n_{t+1} \quad (15)$$

Donde n_t es una variable aleatoria iid. Se asume adicionalmente que se puede identificar la fuerza laboral por la población total. Bajo estas consideraciones, la ecuación (13) puede ser escrita en términos del log del ingreso per cápita, y , como:

$$y_{t+1} = c + (\alpha + \beta)y_t + v_{t+1} \quad (16)$$

Donde: $c = a_0 + \sigma t + (\alpha + \beta)(\log s - \bar{n})$ y

$$v_{t+1} = \varepsilon_{t+1} + \alpha \log(1 - \bar{\tau} - \mu_t) + \beta \log(\bar{\tau} + \mu_t) - (\alpha + \beta)n_{t+1} \quad (17)$$

Nótese que todos los términos en la ecuación (16) son estacionarios, excepto posiblemente el factor total de productividad ε_{t+1} . De acuerdo con esta ecuación el proceso para y_t contiene una raíz unitaria cuando $\delta = 1$ y $\alpha + \beta < 1$, o $\delta < 1$ y $\alpha + \beta = 1$. Se requiere que uno de estos dos mecanismos opere para explicar el comportamiento persistente de raíz unitaria en el ingreso per cápita.

Similarmente, el proceso para la formación de infraestructura puede ser escrita en la forma de log per cápita como:

$$b_{t+1} = \bar{\tau} + \log(s) + y_t + \mu_t - n_{t+1} \quad (18)$$

Se puede describir como:

$$b_{t+1} - \bar{\tau} - \log(s) - y_{t+1} = -\Delta y_{t+1} + \mu_t - n_{t+1} \quad (19)$$

Si y_t tiene una raíz unitaria, Δy_t es estacionaria, así como los demás términos de error en la relación. En este caso, b y y están cointegrados, dado que una combinación lineal de b y y produce una variable estacionaria; esto será cierto independientemente de qué supuesto se utilice para generar la raíz unitaria en y .

En el modelo de crecimiento endógeno, como se observa, existe la posibilidad de que los choques de inversión en infraestructura de banda ancha tengan efectos permanentes en los niveles de ingreso. El signo de este efecto permanente puede ser positivo o negativo, dependiendo de si $\bar{\tau}$ se encuentra por encima o por debajo de la tasa que maximiza el crecimiento esperado τ^* .

Los anteriores resultados se resumen en las siguientes condiciones para el modelo especificado en las ecuaciones (10) a (19)¹:

- (i) Si $\delta = 1$ y $\alpha + \beta < 1$, o si $\delta < 1$ y $\alpha + \beta = 1$, entonces:

El producto log per cápita y_t , y la infraestructura de internet de banda ancha log per cápita b_t serán no estacionarios e integrados de orden uno, pero existirá un vector cointegrante (posiblemente diferente para cada país), de tal forma que algunas combinaciones lineales de b y y_t serán estacionarias. Si ocurren ambas condiciones, los choques a la productividad tendrán un efecto positivo de largo plazo en el producto log per cápita y_t .

- (ii) Si solo ocurre $\delta = 1$ y $\alpha + \beta < 1$, entonces:

¹ La demostración formal de esta proposición puede apreciarse en Canning y Pedroni (1999).

Los choques a la infraestructura de internet de banda ancha per cápita μ_t no tienen efecto de largo plazo en el producto per cápita y_t .

(iii) Si solo ocurre $\delta < 1$ y $\alpha + \beta = 1$, entonces:

Los choques a la infraestructura per cápita μ_t tendrán un efecto de largo plazo en el producto log per cápita y_t . Un choque positivo en la infraestructura incrementa el ingreso per cápita cuando $\bar{\tau} < \tau^*$ y disminuye el ingreso per cápita si $\bar{\tau} > \tau^*$. Debe notarse que todos los resultados corresponden a pequeños cambios a la inversión en infraestructura, dado que cambios grandes podrían mover el sistema del nivel óptimo a un estado diferente.

Con estos resultados y a partir de la ecuación de cointegración (19), es posible plantear la forma reducida del modelo, donde se estime la relación entre el ingreso per cápita y los *stocks* de infraestructura de internet de banda ancha per cápita en el marco de un análisis bivariado.

En realidad, la relación entre infraestructura de internet de banda ancha y crecimiento económico es probablemente más compleja que la función de producción que se ha considerado; sin embargo, lo único que realmente se requiere es que los datos estén caracterizados con las propiedades descritas, lo cual puede ser aplicable a una gran variedad de modelos.

Capítulo III. Metodología

La metodología consiste en dos etapas de análisis. La primera sigue el procedimiento para estimar el impacto en el producto desarrollado por Sala-i-Martin (2000), mediante regresiones econométricas, que se basan en los estudios elaborados por Barro, con una ecuación de este tipo:

$$\gamma_{i,t} = \alpha + \beta \log(y_{i,t-1}) + \phi X_{i,t-1} + u_{it} \quad (20)$$

Donde $\gamma_{i,t}$ es la tasa de crecimiento de la economía i entre el periodo $t-1$ y t , u_{it} es el *shock* estocástico que recoge las perturbaciones transitorias de la función de producción, tasa de ahorro, etcétera, y $X_{i,t-1}$ es un vector de otras variables que explican la tasa de crecimiento económico. Bajo este enfoque, es posible hallar no solo los coeficientes de las variables que explican el crecimiento, sino también verificar los supuestos de convergencia absoluta y convergencia condicional.

Para incorporar como variables explicativas a la telefonía fija y móvil, se usa el número de líneas por cada 100 habitantes, y para el acceso a internet se usa el número de conexiones por cada 100 habitantes. Estas variables representan de mejor manera la infraestructura de telecomunicaciones, dado que para cada conexión nueva a internet o línea de telefonía se requiere inversiones en las redes de telecomunicaciones para satisfacer la demanda.

No se considera apropiado utilizar los datos sobre el porcentaje de personas que acceden a internet, dado que este indicador incluye a las personas que solo utilizan internet de forma esporádica o muy pocas horas al mes, no están directamente vinculadas con la inversión en infraestructura y, al provenir los datos de encuestas, podrían incorporar mayores errores de medición.

Asimismo, se utiliza el producto bruto interno (GDP) per cápita de cada país, utilizando la base de datos del World Database Indicators (WDI) y la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).

Debido a que los resultados muestran que el acceso a internet de banda ancha tiene un impacto mucho mayor que los otros servicios de telecomunicaciones, en la segunda parte del procedimiento se estudia la relación solo entre el número de conexiones a internet y el producto per cápita, usando técnicas econométricas de series de tiempo. Así, en primer lugar se verificará

si cada una de las variables tiene raíz unitaria, para luego identificar si se encuentran cointegradas. Dado que la serie de tiempo solo es de 17 observaciones (datos anuales entre 1997 y 2013), para mejorar la potencia y confiabilidad de las pruebas, se utilizará la técnica de raíz unitaria de panel desarrollada por Im, Pesaran y Shin (2003), y la técnica de cointegración de panel, desarrollada por Pedroni (2004).

Capítulo IV. Cuerpo de análisis y resultados

1. Primera parte

Como se ha indicado anteriormente, se ha seguido el procedimiento descrito por Sala-i-Martin (2000) para hallar las relaciones entre la tasa de crecimiento de los países y los indicadores de telecomunicaciones. En ese sentido, se efectúan regresiones que incluyen variables que recogen la importancia del valor inicial del producto de la inversión en capital físico, el capital humano, si los países son de América Latina o de África, utilizando una muestra de 143 países con datos al 2013.

Asimismo, dado que en el desarrollo del marco teórico se ha diferenciado a los países de ingresos altos, medios y bajos, las regresiones también consideran variables que permiten incorporar estas diferencias y determinar cómo impactan los servicios de telecomunicaciones en cada uno de estos grupos de países. Otro aspecto que como producto de las regresiones ha sido evaluado es si existe convergencia, en el sentido de que las economías pobres crecen más que las ricas, es decir, si hay una relación inversa entre la tasa de crecimiento del producto y el nivel inicial del mismo.

Los resultados de las regresiones se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Determinantes de la tasa de crecimiento

	(1)	(2)	(3)	(4)
CONSTANTE	6.534 (0.000)	8.27 (0.000)	8.4 (0.000)	10.377 (0.000)
LN_GDP2000	-0.495 (0.000)	-1.017 (0.000)	-0.994 (0.000)	-1.392 (0.000)
PRIM90		0.022 (0.007)	0.021 (0.012)	0.024 (0.004)
RNAT_XXI		0.033 (0.002)	0.031 (0.008)	0.028 (0.008)
LATAMCAR		-1.310 (0.006)	-1.744 (0.000)	-1.716 (0.000)
AFRIC		-1.427 (0.002)	-1.702 (0.001)	-1.863 (0.000)
IBA_A		0.067 (0.092)		
IBA_M		0.226 (0.001)		
IBA_B		0.542 (0.002)		
TF_A			0.017 (0.400)*	
TF_M			0.063 (0.014)	
TF_B			0.055 (0.128)*	
TM_A				0.027 (0.012)
TM_M				0.035 (0.001)
TM_B				0.020 (0.099)
ADJ. R2	0.127	0.433	0.402	0.425

Fuente: Elaboración propia.

Nota: - Los datos sin paréntesis son los valores de los coeficientes.

- Los datos entre paréntesis son los valores de $P > |t|$.

- Los datos con asterisco (*) indican que el coeficiente no es significativo por tener una probabilidad de rechazo $> a 10\%$.

Las variables explicativas de la tasa de crecimiento son las siguientes:

- **LN_GDP2000:** Es el producto interno bruto per cápita del año 2000, expresado en logaritmo natural.
- **PRIM90:** Es la fracción de la población que en el año 1990 asistía a la escuela primaria.
- **RNAT_XXI:** Es la renta de los recursos naturales, como porcentaje del producto.
- **LATAMCAR:** Es una *dummy* (0,1) para América Latina.
- **AFRIC:** Es una *dummy* (0,1) para África.
- **IBA_H:** Es la penetración promedio de las conexiones a internet de banda ancha entre el año 2000 y 2013 de los países con ingresos altos.
- **IBA_M:** Es la penetración promedio de las conexiones a internet de banda ancha entre el año 2000 y 2013 de los países con ingresos medios.

- IBA_B: Es la penetración promedio de las conexiones a internet de banda ancha entre el año 2000 y 2013 de los países con ingresos bajos.
- TF_A: Es la penetración promedio de las líneas de telefonía fija entre el año 2000 y 2013 de los países con ingresos altos.
- TF_M: Es la penetración promedio de las líneas de telefonía fija entre el año 2000 y 2013 de los países con ingresos medios.
- TF_B: Es la penetración promedio de las líneas de telefonía fija entre el año 2000 y 2013 de los países con ingresos bajos.
- TM_A: Es la penetración promedio de las líneas de telefonía móvil entre el año 2000 y 2013 de los países con ingresos altos.
- TM_M: Es la penetración promedio de las líneas de telefonía móvil entre el año 2000 y 2013 de los países con ingresos medios.
- TM_B: Es la penetración promedio de las líneas de telefonía móvil entre el año 2000 y 2013 de los países con ingresos bajos.

El primer resultado que se observa es que las conexiones a internet de banda ancha han tenido un impacto positivo sobre la tasa de crecimiento del producto; asimismo, este impacto es mucho mayor al de la telefonía fija y móvil, lo que se refleja en el nivel de los coeficientes.

El segundo resultado es que el acceso a internet de banda ancha ha tenido mayor impacto en los países de ingresos bajos, seguido por los países con ingresos medios, mientras que el impacto ha sido menor en los países de ingresos altos. Así, un incremento del 1% en la penetración de las conexiones de banda ancha ha generado un incremento de 0,54% en la tasa de crecimiento de los países con ingresos bajos, 0,23% en los países con ingresos medios y 0,07% en los países con ingresos altos.

En el caso de la telefonía móvil, la importancia ha sido mayor en los países de ingresos medios y en menor medida, aunque por poco, en los países de ingresos altos y bajos. Así, es posible señalar que un incremento de 10% en el porcentaje de líneas de telefonía móvil ha representado incrementos en la tasa de crecimiento del producto en 0,35%, 0,27% y 0,20% para los países con ingresos medios, altos y bajos respectivamente, lo que en promedio significa un impacto 10 veces menor que el acceso a internet.

Por su parte, la telefonía fija ha sido el servicio que, en promedio, ha tenido menor importancia, dado que los coeficientes no resultaron significativos para los países de ingresos altos y bajos;

solo se registró impacto significativo en los países de ingresos medios. Cabe señalar que este resultado es consistente con el hecho de que los países de ingresos bajos tuvieron un pobre desarrollo de la telefonía fija; asimismo, en los países de ingresos altos los niveles de penetración de este servicio han variado relativamente poco en las últimas décadas.

Otro aspecto que ha sido analizado es si se cumple la teoría de convergencia condicional². De acuerdo con Sala-i-Martin (2000), los economistas que estudiaron la convergencia entre países encontraron que tal convergencia no se ajustaba a los datos, entre ellos se encontraban Baumol y DeLong. A partir de allí se planteó la teoría de que sí existía la convergencia entre países que se iban acercando al mismo estado estacionario, concepto al que llamaron “convergencia condicional”, a diferencia de la convergencia absoluta que se había tratado de demostrar sin éxito, para lo cual se realizaron distintas regresiones que lograron probar la existencia de convergencia condicional, por ejemplo entre regiones de un mismo país.

En ese sentido, para explicar la posibilidad de convergencia condicional, se debe usar una ecuación como la indicada en (20), donde a efectos de la convergencia condicional, X es un vector de variables que determinan la posición del estado estacionario de la economía. Se dirá que existe convergencia condicional si el signo de β es negativo una vez que se han incluido todas las variables X en la regresión; por lo tanto, habrá convergencia absoluta si el signo de β es negativo sin incluir ninguna variable.

Así, como se observa en los resultados de la regresión indicados en la primera columna de la tabla 2, en la cual se consideró como única variable explicativa el nivel de PIB del año 2000, el coeficiente es significativo y negativo, lo que es una evidencia de la existencia de convergencia absoluta para la muestra evaluada de 143 países, con datos al 2013.

Ahora bien, si se sigue la hipótesis bajo la cual se planteó la idea de convergencia condicional, de que la convergencia ocurre entre países o regiones “similares entre sí”, debido a factores socioculturales, geográficos, de idioma y/o de instituciones similares, a la luz de los resultados se debe afirmar que, en promedio, todos los países del mundo tienen ahora características similares entre sí. Una posible explicación de este resultado es la globalización, que ha sido posible fundamentalmente gracias al desarrollo de las telecomunicaciones y, en particular, debido al crecimiento del acceso a internet a escala mundial, como se explicó anteriormente.

² Específicamente β -convergencia, de acuerdo a Sala-i-Martin (2000).

Otro aspecto que cabe destacar, es que al igual que en la regresiones de Barro, las variables *dummy* sobre América Latina y África son negativas y significativas en todos los casos, lo que significa que estas regiones han crecido menos de lo que las variables explicativas predicen. Una de las posibles explicaciones de este comportamiento es el entorno macroeconómico y político de dichas regiones, que tienen condiciones menos favorables que los países desarrollados; sin embargo, por la carencia de datos no ha sido posible incorporar estas variables en el análisis cuantitativo realizado.

2. Segunda parte

En este punto se investigarán las propiedades de series de tiempo de los datos, en particular si calzan con lo requerido en el modelo. Se evaluará específicamente que las variables b e y tengan cada una raíz unitaria. Debido a la diferencia sustantiva entre los coeficientes de internet y los de telefonía, se exploran los datos únicamente de las conexiones a internet de banda ancha, así como el producto per cápita.

A efectos de tener la mayor serie de datos posible y contar con los datos más antiguos, fue necesario considerar una muestra más pequeña de países; así se tienen datos anuales desde 1997 al 2013 (17 observaciones) para una muestra de 21 países. En ese sentido, dado que la serie temporal es relativamente pequeña, a efectos de aumentar la potencia de las pruebas se utilizaron modelos de *panel unit root*, *panel cointegration* y *group mean*.

Para las pruebas de *panel unit root*, se siguió el desarrollo efectuado por Im, Pesaran y Shin (2003), que permite a cada miembro del panel tener diferentes parámetros autorregresivos y diferente dinámica de corto plazo, que se basa en el promedio de los estadísticos de prueba Augmented Dickey-Fuller (ADF) calculados independientemente para cada miembro del panel. El modelo utilizado el siguiente:

$$\Delta x_{i,t} = a_{i0} + \gamma_i x_{i,t-1} + a_{i1}t + \epsilon_{i,t}$$

Donde x representa las series de tiempo a analizar. En las prueba de raíz unitaria utilizada se postula como hipótesis nula que existe raíz unitaria, es decir, que $\gamma_i = 0$, y se utilizan los estadísticos t usando los valores de rechazo planteados por Dickey-Fuller; la hipótesis alternativa es que la serie es estacionaria. En consecuencia, si no se rechaza la hipótesis nula, es posible considerar que las series sí tienen raíz unitaria o son $I(1)$, integradas de orden 1.

Los resultados de las pruebas son los siguientes:

Tabla 3. Pruebas de raíz unitaria de panel

Variable	Estadístico t	Valores críticos		
		1%	5%	10%
Internet c/100 hab*	-0,0648	-2,580	-2,460	-2,390
GDP per cápita	-0,5019	-1,950	-1,820	-1,750

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la tabla 3, no se rechaza la hipótesis nula para ninguna de las dos variables analizadas; por lo tanto, se infiere que ambas series presentan raíz unitaria.

Luego de haber verificado que tanto b como y tienen raíces unitarias, si se toman las primeras diferencias para analizar las variables no se capturaría las relaciones de largo plazo entre los datos, por ello se procederá a efectuar pruebas de cointegración. Para aumentar la potencia y confiabilidad de las pruebas, se efectuarán pruebas de cointegración de panel. Ahora bien, dado que existe la posibilidad de causalidad reversa y simultánea, se utiliza la técnica desarrollada por Pedroni (2004), que es robusta a que la causalidad sea en ambos sentidos y asimismo permite vectores cointegrantes heterogéneos y dinámicas de corto plazo entre los países.

En este caso, la regresión de que se estima es $y_{it} = a_i + d_t + c_{i,t}t + \beta_i b_{it} + e_{it}$, donde b_{it} es la variable log per cápita de la infraestructura de internet, y_{it} es el log del producto per cápita y e_{it} representa el término de error estacionario. El coeficiente d_t es una *dummy* que captura cualquier efecto común entre países que pueda causar que las variables individuales de los países se muevan en el tiempo, tal como efectos por *business cycles* de corto plazo u otros efectos de mayor duración, pero comunes a los países; se incluye una tendencia dada por el coeficiente c , constantes en el origen representadas por a independientes por cada país y , finalmente, el coeficiente β representa la relación entre las dos variables b e y , pudiendo también ser diferente para cada país.

Con los residuos estimados, se construye una prueba *group mean* de cointegración de panel. Si se rechaza que e_{it} tiene raíz unitaria, se puede indicar que el error es estacionario y, por lo tanto, existe cointegración entre las variables analizadas.

Cabe indicar que las pruebas desarrolladas por Pedroni (2004) consisten, en primer lugar, en un estadístico *group mean* que determina si existe una relación de cointegración entre las variables

b e y en al menos uno de los países de la muestra; asimismo, desarrolla la prueba *panel* que permite verificar si las variables b e y tienen cointegración en todos los países de la muestra. En ambos casos, la hipótesis nula es que no hay cointegración, por lo que el rechazo de esta hipótesis implicaría la presencia de relaciones de largo plazo. Los resultados de las pruebas se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 4. Pruebas de cointegración de panel

Prueba	Estadístico ADF	Valores críticos*		
		1%	5%	10%
<i>Group mean test</i>	3,097	3,73	3,17	2,91
<i>Panel test</i>	4,141			

* valores indicados por Engle y Granger

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa, con la prueba *group mean* se rechaza la hipótesis nula de no cointegración al 10%, siendo aplicable entonces la hipótesis alternativa de que al menos existe cointegración en un país de la muestra. De forma análoga, con la prueba *panel*, se rechaza al 1% la hipótesis nula de que no hay cointegración en ningún país, pudiendo asumir como válida la hipótesis alternativa de que todos los países de la muestra presentan variables cointegradas. Es decir, sobre la base de los resultados obtenidos, se concluye que en todos los países analizados existe cointegración entre el logaritmo del producto per cápita y el logaritmo del número de conexiones a internet por 100 habitantes; ello es una evidencia de que existe una relación de largo plazo entre tales variables.

Bajo dichas consideraciones, existe un modelo de corrección de errores, como el que se presenta a continuación, que permitirá analizar las relaciones de largo plazo y la dirección de la causalidad (a lo Granger) entre la infraestructura de internet per cápita y el producto per cápita:

$$\Delta g_{it} = \alpha_{1i} + \alpha_{bi} \hat{e}_{it-1} + \sum_{j=1}^k \alpha_{11ij} \Delta b_{i,t-j} + \sum_{j=1}^k \alpha_{12ij} \Delta y_{i,t-j} + \varepsilon_{1it}$$

$$\Delta y_{it} = \alpha_{2i} + \alpha_{yi} \hat{e}_{it-1} + \sum_{j=1}^k \alpha_{21ij} \Delta b_{i,t-j} + \sum_{j=1}^k \alpha_{22ij} \Delta y_{i,t-j} + \varepsilon_{2it}$$

Donde: $\hat{e}_{it} = y_{it} - \hat{\alpha}_i - \hat{d}_t - c_{it}t - \hat{\beta}_i b_{it}$ representa qué tan lejos están las variables del equilibrio y cómo actúa el mecanismo de corrección de errores para que las variables se ajusten

y se mantenga intacta la relación de largo plazo. El teorema de representación de Granger implica que al menos uno de los coeficientes α_{bi} , α_{yi} no es cero, si existe alguna relación de largo plazo.

Sobre la base de lo anterior es posible señalar que el coeficiente α_y es cero cuando el incremento de la infraestructura de telecomunicaciones, no tiene efectos de largo plazo en el producto per cápita. De forma análoga, cuando α_b es cero el incremento del producto, no tiene efectos de largo plazo en la infraestructura de telecomunicaciones.

Ahora bien, corresponde determinar cuál es la dirección de la causalidad a lo Granger de las relaciones encontradas entre las variables, para lo cual se realiza un análisis individual de las series de tiempo de cada país. Para tal efecto, se estima una ecuación de cointegración para cada uno de los países analizados y se obtienen los valores de los coeficientes α_{yi} y α_{bi} . Cabe indicar que en todos los casos se comprobó que los residuos de las ecuaciones de cointegración son estacionarios, lo que es consistente con las pruebas de cointegración de panel efectuadas previamente. En la siguiente tabla se muestran los resultados.

Tabla 5. Resultados de la prueba de corrección de errores

País	α_y	Std.e	α_b	Std.e	Signo de β
Chile	-0,062	0,053	0,469	0,028	+
Chipre	-0,118	0,137	0,305	0,087	+
República Dominicana	-0,241	0,190	0,348	0,146	+
Honduras	-0,780	0,261	3,370	0,466	+
Corea del Sur	-0,700	0,135	-0,146	0,087	+
Macao	-0,300	0,117	0,290	0,100	+
El Salvador	-0,044	0,037	0,850	0,365	+
Francia	-0,011	0,063	0,230	0,0259	+
Alemania	-0,007	0,007	0,070	0,005	+
Malasia	-0,108	0,141	-0,860	0,120	-
Noruega	0,002	0,003	-0,018	0,003	-
Filipinas	-0,025	0,090	-0,330	0,090	-
Portugal	-0,454	0,160	0,330	0,960	+
Qatar	-1,120	0,250	0,236	0,390	+
Seychelles	-0,080	0,110	-0,420	0,110	-
Eslovaquia	-0,570	0,120	-0,133	0,136	+
Eslovenia	-0,074	0,030	0,282	0,025	+
San Vicente y las Granadinas	-0,020	0,100	0,660	0,192	+
Surinam	-0,990	0,300	0,330	0,27	+
Túnez	-0,544	0,280	1,495	0,400	+

Fuente: Elaboración propia.

Cabe indicar que estos resultados no son significativos individualmente, dado que solo se cuenta con 17 observaciones de tiempo y el análisis econométrico se sustenta en teoría asintótica. Por lo

tanto, se procede a utilizar estimador *mean group* de forma análoga a la estimación de las pruebas de cointegración de panel, con el siguiente resultado.

Tabla 6. Coeficientes del modelo de corrección de errores *mean group*

α_y	Std.e	Intervalo de confianza 95%	α_b	Std.e	Intervalo de confianza 95%
-0,31	0,13	(-0,57, -0,06)	0,37	0,2	(-0,02, 0,76)

Fuente: Elaboración propia.

El resultado obtenido del mecanismo de corrección de errores es que las conexiones a internet de banda ancha influyen positivamente en la tasa de crecimiento de la economía, dado que el coeficiente α_y es estadísticamente diferente de cero. En el otro sentido, es decir, del producto hacia las conexiones a internet, no se ha encontrado que el coeficiente α_b sea estadísticamente diferente de cero.

El análisis efectuado en esta segunda parte de la verificación empírica ha permitido comprobar que existe una relación de largo plazo entre las series de tiempo de las conexiones a internet móvil y el producto per cápita, aspecto que refuerza los resultados obtenidos en el análisis efectuado en el numeral 1 del presente capítulo. Asimismo, se ha encontrado que existe una relación de causalidad desde las conexiones de acceso a internet hacia la tasa de crecimiento del PIB per cápita, que es uno de los principales aspectos que se pretendía demostrar.

Conclusiones y recomendaciones

1. Conclusiones

Sobre la base del análisis efectuado, se concluye lo siguiente:

- Las telecomunicaciones tienen un impacto positivo sobre la tasa de crecimiento del producto de los países.
- Las conexiones a internet de banda ancha han generado el mayor impacto, muy por encima de la telefonía móvil; mientras que la telefonía fija presenta los menores niveles. Esto es consistente con el marco teórico desarrollado, bajo el cual el acceso a internet de banda ancha tiene mayores potencialidades que la telefonía móvil, y la telefonía fija es el servicio más antiguo y con menor dinámica en los últimos años.
- Los resultados son también consistentes con el modelo de crecimiento planteado, en el cual, la infraestructura de telecomunicaciones conjuntamente con el capital, generan tasas de crecimiento permanentes.
- El acceso a internet de banda ancha ha tenido mayor impacto en los países de ingresos bajos, seguido por los países con ingresos medios; mientras que el impacto ha sido menor en los países de ingresos altos.
- Lo anterior es consistente con el marco teórico desarrollado bajo el cual el acceso a internet está vinculado a muchos aspectos que impactan en el crecimiento económico, como el desarrollo tecnológico, capital humano, marco institucional, integración comercial, entre otros factores que ya se encontraban bastante desarrollados en los países avanzados antes del *boom* del internet (por ejemplo: ya contaban con fuerte penetración de telefonía móvil, altos niveles educativos, etcétera); mientras que en las economías emergentes dichos aspectos no estaban tan desarrollados, sino que más bien ha sido el acceso a internet la gran herramienta que ha permitido mejorar y potenciar todos esos factores de crecimiento.
- Se ha encontrado evidencia de convergencia absoluta entre los países, a partir de la expansión del acceso a internet. Lo anterior, de acuerdo con el marco teórico desarrollado, podría estar vinculado con que el acceso a internet es determinante para la globalización y ha permitido “homogeneizar” el conocimiento a una escala mundial nunca antes vista. Recuérdese que los estudios previos sustentaban la convergencia condicional, sobre la base de similitudes entre las regiones o países analizados.
- El análisis de series de tiempo ha permitido determinar que las conexiones a internet de banda ancha y el producto per cápita están cointegrados y, por lo tanto, existe una relación de largo

plazo entre estas variables. Asimismo, este análisis ha encontrado que la relación de causalidad va desde las conexiones a internet hacia el producto.

2. Recomendaciones

Sobre la base del análisis efectuado, se recomienda lo siguiente:

- La importancia del acceso a internet, respecto a los otros servicios de telecomunicaciones, reafirma la necesidad de orientar las políticas de telecomunicaciones hacia la conectividad de internet de banda ancha.
- Considerando la suma importancia que ha cobrado el internet para los países menos avanzados, se recomienda que los esfuerzos de los gobiernos u organismos multilaterales se enfoquen en las poblaciones con menores recursos.
- Para una investigación futura, se recomienda analizar el impacto de internet a nivel regional dentro del Perú; asimismo, incluir más países en el análisis de series de tiempo a medida que se disponga de datos más actualizados.
- Asimismo, se recomienda incorporar variables explicativas referidas al marco institucional, el entorno macroeconómico y el entorno político, que permitan prescindir de las variables *dummy* utilizadas para los países de América Latina y del África.
- Finalmente, para investigaciones futuras, se recomienda llevar a cabo estudios de evaluación de impacto, contrastando, por ejemplo, a países de ingresos altos y bajos, considerando que la adopción de internet ocurrió en diferentes momentos.

Bibliografía

Aschauer, D. (1989). "Is Public Expenditure Productive?", *Journal of Monetary Economics*. 23: 177-200.

Aschauer, D. (1997). "Do States Optimize?", *Public Capital and Economic Growth*, Working Paper No. 189. Nueva York: The Jerome Levy Economics Institute of Bard College.

Barro, R. (1990). "A Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth", *Journal of Political Economy*. 98, S103-125.

Canning, D. y P. Pedroni (1999). "Infrastructure and Long Run Economic Growth", *CAER II Discussion Paper No 57*. Cambridge: Harvard Institute for International Development.

Easterly, W. y S. Rebelo (1993). "A Fiscal Policy and Economic Growth: An Empirical Investigation", *Journal of Monetary Economics*. 37: 313-344.

Elson, Anthony (2006). "The Economic Growth of East Asia and Latin America in Comparative Perspective – Lessons for development policy", *World Economics Vol 7, No. 2*, April-June 2006.

Evans, P. y G. Karras (1994). "Are Government Activities Productive? Evidence from a Panel of U.S. States", *Review of Economics and Statistics* 76, 1-11.

Evans, Peter B. (2008). "In Search of The 21st Century Developmental State", Working Paper No. 4, The Centre for Global Political Economy, University of Sussex, Brighton BN1 9SN, United Kingdom.

García-Mila, T., T. McGuire y R. Porter (1996). "The Effect of Public Capital in State Level Production Functions Reconsidered", *The Review of Economics and Statistics*. 78: 177-180.

Holtz-Eakin, D. (1994). "Public-Sector Capital and the Productivity Puzzle", *The Review of Economics and Statistics*, 76: 12-21.

Holtz-Eakin, D. y A. E. Schwartz (1994). "Infrastructure in a Structural model of Economic Growth", Working Paper No 4824, National Bureau of Economic Research.

Im K. S., Pesaran M. H. y Shin Y. (2003). “Testing Unit Roots in Heterogeneous Panels”, *Journal of Econometrics* 115 (2003) 53 – 74.

Katz, R. (2010). “The impact of broadband on jobs and the German economy”, *Intereconomics*, January/February.

Kocherlakota, N. y K. Yi (1996). “Simple Time Series Test of Endogenous versus Exogenous Growth Model: An Application of the United States”, *The Review of Economics and Statistics*. 78: 126-134.

Koutroumpis, P. (2009). “The Economic Impact of Broadband on Growth: A simultaneous approach”, *Telecommunications Policy*, October 2009, Vol.33 (9): 471-485.

Munnell, A. (1990). “Why has Productivity Declined? Productivity and Public Investment”, *New England Economic Review*, January/February, 3-22.

Organización Mundial de Comercio (2013). *World Trade Report 2013*.

Pedroni, P. (2004). “Panel Cointegration: Asymptotic And Finite Sample Properties Of Pooled Time Series Tests With An Application To The PPP Hypothesis”, *Williams College, Econometric Theory*, 20, 2004, 597–625.

Qiang, C. Z-W. y C. M. Rossotto, con K. Kimura (2009). “Economic Impacts of Broadband”, *Information and Communication for Development: extending Reach and Increasing Impact*, 35-50. Washington, DC, World Bank.

Röller, L. y L. Waverman (2001). “Telecommunications Infrastructure and Economic Development: A Simultaneous Approach”, *The American Economic Review*, Vol. 91, No. 4. (Sep., 2001), pp. 909-923.

Romer, P. (1986). “Increasing Returns and Long-Run Growth”, *Journal of Political Economy*. 94: 1002 - 1037.

Sala-i-Martin, X. (2000). *Apuntes de crecimiento económico*. 2ª ed.

Sachs, Jeffrey D. y Joaquín Vial (2002). “Can Latin America Compete?”, World Bank, 2002.

Sánchez-Robles, B. (1998). “Infrastructure Investment and Growth: Some Empirical Evidence”, *Contemporary Economic Policy*. 26: 98-108.

Solow, R. (1956). “A Contribution to the Theory of Economic Growth” *Quarterly Journal of Economics* 70, 65-94.

Stiglitz, Joseph E. (2002). “Globalization and its Discontents”. New York: W.W. Norton, 2002. Pp. xxii + 282.

Vásquez, A. (2004). “Los vínculos entre el crecimiento económico y la infraestructura eléctrica en el Perú”, Documento de Trabajo N° 17, Oficina de Estudios Económicos – Osinergmin.